

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra obrábění a montáže a strojírenské metrologie

Návrh nové technologie výroby uzavíracího ventilu

Proposal of New Manufacturing Technology of Shut-off
Valves

Student:

Michal Janeček

Vedoucí bakalářské práce:

doc. Ing. et Ing. Mgr. Jana Petřů, Ph.D.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie

Zadání bakalářské práce

Student: **Michal Janeček**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2303R002 Strojírenská technologie
Téma: **Návrh nové technologie výroby uzavíracího ventilu**
Proposal of New Manufacturing Technology of Shut-off Valves
Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

1. Úvod do problematiky výroby potrubních ventilů.
2. Stávající technologie výroby ventilů.
3. Návrh nové technologie výroby.
4. Technicko-ekonomické zhodnocení.
5. Závěr.

Seznam doporučené odborné literatury:

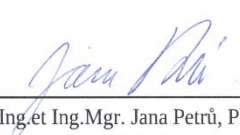
- [1] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; SADÍLEK, M.; PETŘKOVSKÁ, L.; NOVÁKOVÁ, J. *Nové směry v progresivním obrábění*. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2007. Dostupné na <http://www.elearn.vsb.cz/archivcd/FS/NSPO>. ISBN 978-80-248-1505-3.
- [2] HUMÁR, A. *Materiály pro řezné nástroje*. Brno : MM Publishing Praha, 2008, 235 s. ISBN 978-80-254-2250-2.
- [3] SHAW, Milton C. *Metal Cutting Principles*. 2nd edition. New York : Oxford University Press, 2005. 651. p. ISBN 0-19-514206-3.
- [4] STEPHENSON, D. A.; AGAPIOU, J. S. *Metal cutting theory and practice*. New York : Marcel Dekker, Inc., 1997. ISBN 0-8247-9579-2.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



doc. Ing.et Ing.Mgr. Jana Petrů, Ph.D.
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.
děkan fakulty



Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucí bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě.....*15. 5. 2017*



Michal Janeček

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. - autorský zákon, zejména §35 - užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 - školní dílo.
- беру на ве́доміі, že Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude v elektronické formě uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo - bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́доміі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 15.5.2017

.....

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Michal Janeček

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Na Trávníku 1232, Rychnov nad Kněžnou

Poděkování:

Za cenné rady, příspěvky a odborné vedení bych chtěl poděkovat doc. Ing. et Ing. Mgr. Janě Petřů, Ph.D. Dále bych chtěl poděkovat celé firmě LDM spol. s.r.o. Česká Třebová za umožnění, podporu a spolupráci na bakalářské práci. V neposlední řadě bych také rád poděkoval panu výrobnímu řediteli panu Milanu Martincovi a Martinu Kadlečikovi, kteří mi byli nápomocní při řešení dané problematiky.

ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

JANEČEK, M. *Návrh nové technologie výroby uzavíracího ventilu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra obrábění, montáže a strojírenské metrologie, 2017, 48 s. Vedoucí práce: Petrů, J.

Bakalářská práce se zabývá návrhem nové technologie výroby uzavíracího ventilu. První část práce je věnována popisu typů ventilů, následuje rozbor teorie obrábění, obráběcích strojů a jejich parametrů. Zbýlá část práce se zabývá danou problematikou. Zpracováním původní a nové technologie, používanými materiály, nástroji a pro tento účel využitě obráběcí stroje. Závěr obsahuje zhodnocení nové technologie, a to včetně technicko-ekonomického zhodnocení udávající zvýšení produktivity dané součásti.

ANNOTATION OF THESIS

JANEČEK, M. *Proposal of New Manufacturing Technology of Shut-off Valves: bachelor thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machining, Assembly and Engineering Metrology, 2017, 48 p. Thesis head: Petrů, J.

Thesis deals with the design of new production technology *Shut-off valve*. The first part is devoted to describing the types of valves, followed by an analysis of machining theory, machine tools and their parameters. The remaining part is dealing with the issue. Processing of the original and new technologies, used materials, tools and for this purpose used machine tools. Conclusion contains evaluation of new technologies including techno-economic assessment indicating an increase in productivity of a given component.

OBSAH

Seznam použitého značení	8
1 Současný stav řešené problematiky výroby ventilů	10
1.1 Představení firmy LDM spol. s.r.o.	10
1.1.1 Představení firmy Walter	12
1.2 Ventily.....	12
1.2.1 Obecná charakteristika.....	12
1.2.2 Charakter řešeného ventilu.....	13
1.2.3 Těsnicí a uzavírací prvky ventilů	14
1.3 Používané stroje ve firmě.....	15
1.3.1 Technické parametry stroje Mori Seiki NL2500Y/SY	16
1.4 Využívané materiály a polotovary	17
1.5 Nástroje pro obrábění a jejich materiály.....	19
1.5.1 Rychlořezná ocel.....	19
1.5.2 Slinuté karbidy	20
1.5.3 Povlakované slinuté karbidy.....	21
1.6 Povrchové úpravy součástí.....	24
1.7 Vrtání	26
1.7.1 Vrtání odstupňovaných děr odstupňovaným vrtákem.	28
1.7.2 Sdružené vrtací a zahlubovací nástroje	28
1.8 Kontrola a měření.....	29
1.8.1 Kontrola rozměrů ve firmě	30
1.8.2 Kontrola pevnosti a funkčnosti ve firmě	32
1.8.3 Kontrola ventilu v provozu	33
2 Původní a stávající technologie výroby ventilové součásti	34
2.1 Stroje a nástroje	34
2.2 Technické parametry stroje Haas DS-30Y	35
2.3 Postup obrábění	36
2.4 Technologický postup.....	36
3 Návrh nové technologie výroby ventilové součásti.....	38
3.1 Použitý stroj, funkce stroje a nástroj.....	38
3.2 Nový postup výroby.....	38
3.3 Měření a kontrola.....	39
3.3.1 Kontrola rozměrů ve firmě	41

3.3.2	Kontrola těsnosti a funkčnosti ve firmě	41
4	Technicko-ekonomické zhodnocení	42
4.1	Zhodnocení technické stránky obrábění	42
4.2	Zhodnocení časové náročnosti obrábění	42
4.3	Zhodnocení finanční nákladnosti obrábění	43
5	Závěr	45
	Literatura	46
	Seznam veřejných příloh	49
	Seznam neveřejných příloh	49

Seznam použitého značení

Značka	Veličina	Jednotka
CE	certifikace	[-]
CVD	Chemické nanášení povlaků - Chemical Vapor Deposition	[-]
D	Průměr obrobku	[mm]
HRC	Tvrdost podle Rockwella	[HRC]
HS	Hodinová sazba	[Kč]
HSC	Vysokorychlostní obrábění – High Speed Cutting	[-]
HSS	Rychlořezná ocel – High Speed Steel	[-]
L	Dráha obrábění nástroje	[mm]
O	Obrobek	[-]
P	Výkon	[kW]
PVD	Fyzikální nanášení povlaků - Physical Vapor Deposition	[-]
SK	Slinutý karbid	[-]
T _n	Doba výroby stávající technologií	[s]
T _{os}	Doba obrábění stávající technologií	[s]
T _{on}	Doba obrábění novou technologií	[s]
T _s	Doba výroby novou technologií	[s]
T _u	Časová úspora na kus	[h]
T _{uo}	Časová úspora v obrábění na kus	[s]
U	Úspora na jednom výrobku	[Kč/ks]
U _c	Úspora celková za rok	[Kč/rok]
VBD	Vyměnitelná břitová destička	[-]
a _p	Hloubka obráběné vrstvy	[mm]
f _n	Posuv na otáčku	[mm]
f _z	Posuv na zub	[mm]
i	Počet řezů	[-]
n	Otáčky	[min ⁻¹]
v _c	Řezná rychlost	[m.min ⁻¹]
v _f	Posuvová rychlost	[mm.min ⁻¹]
v _r	Rychloposuv	[m.min ⁻¹]
y	Počet výrobků	[ks/rok]

Úvod

V dnešní době je kladen velký důraz na kvalitu, efektivitu, rychlost a ekonomickou stránku výroby součástí, proto ve společnostech stále zdokonalují a obnovují svoje technické zázemí, ať už se jedná jen o nástroje, nebo obráběcí stroje a inovují svoje technologické postupy.

V této bakalářské práci je řešena problematika neefektivního obrábění třmenového víka ventilu na CNC obráběcím stroji. Použití těchto ventilů je od běžných aplikací v topenářství a chladicí technice, přes náročné aplikace v oblasti konvenční i jaderné energetiky až po využití pro agresivní média v chemickém průmyslu, farmaceutickém průmyslu a potravinářství.

Bakalářská práce je rozdělena na několik kapitol. V kapitole první je obsaženo seznámení s firmou LDM spol. s.r.o., která umožnila řešení této problematiky a poskytla zadání, dále také teoretická část, která je zaměřena na teorii obrábění, nástroje a další úpravy.

Druhá kapitola již spadá do části praktické, je v ní obsažen rozbor stávající výrobní technologie spolu s používanými nástroji a stroji. V práci jsou vysvětleny z velké části hlavní nedostatky stávající výrobní technologie, popřípadě používaných nástrojů a strojů.

V kapitole třetí je již obsažen návrh a rozbor nové výrobní technologie za použití pokročilých výrobních technologií více vyhovujících pro danou výrobu a její četnost, popřípadě sériovost.

Technologie výroby velmi závisí na četnosti výroby dané součásti. Při sériovosti 50 kusů na den. Četnost výroby je velice směrodatná pro zvolení nástrojů a obráběcích strojů. Při zvolení daných podmínek, které odpovídají stanoveným požadavkům v minulosti, se může daná technologie stát neekonomickou a nehospodárnou v případě navýšení produkce dané součásti, v takovém případě je třeba zvážit změnu technologie, popřípadě inovaci výrobního procesu.

Pro úspěšné zpracování problematiky bylo zapotřebí ovládat základní znalosti týkající se obrábění a technologie. Po teoretickém rozboru dané problematiky a stávající technologie, přichází na řadu zpracování nové technologie výroby a její vyhodnocení. Pomocí nové technologie bude výroba urychlena, náklady na výrobu sníženy při stejné, nebo lepší kvalitě výrobku.

Zadání bakalářské práce pochází od firmy LDM spol. s.r.o. Česká Třebová, přičemž cílem bakalářské práce je racionalizace obráběcího procesu, kdy se při optimalizaci a inovaci stávající technologie, popřípadě návrhu nové technologie zkrátí výrobní časy a obrábění se stane méně ekonomicky náročné.

1 Současný stav řešené problematiky výroby ventilů

Předmětem řešení této bakalářské práce, bude problematika neefektivního obrábění dané součásti, kdy výrobní proces dané součásti zabírá při dané sériovosti a četnosti velké množství času a také finančních prostředků. Je situována na nedostatky této výrobní technologie, popřípadě používaných nástrojů a strojů.

Předmětem k řešení je: zrychlení, zvýšení efektivity, tudíž menší ekonomická náročnost celého výrobního procesu při zachování kvalitativního standardu, nebo jeho zvýšení. Technologie výroby velmi závisí na četnosti výroby dané součásti. Četnost výroby je velice směrodatná pro zvolení nástrojů a obráběcích strojů. Při zvolení daných podmínek, které odpovídají stanoveným požadavkům v minulosti, se může daná technologie stát neekonomickou a nevhodnou v případě navýšení produkce dané součásti. V dnešních dnech se četnost výroby dané součásti zvýšila, jelikož je součást používána hned na několika výrobcích, proto bylo nutné zvýšení počtu vyráběných kusů. V minulosti byla daná součást vyráběna pouze jako kusová výroba, nyní musí být výrobní technologie změněna na sériovou. Je velice nutné zkrácení výrobních časů pomocí návrhu nové technologie výroby.

1.1 Představení firmy LDM spol. s.r.o.

Firma LDM spol. s.r.o., která sídlí v České Třebové, se zabývá výrobou ventilů a armatur, ať už pro účely průmyslové energetiky (nejen klasické, ale i jaderné), tak pro účely vytápění, vzduchotechniku, klimatizační techniku, plynárenství a průmyslu komplexně. Hlavní prioritou společnosti je spokojený zákazník. Výrobky jsou známé svou kvalitou, přesností, spolehlivostí a dlouhou životností. To zaručuje společnosti vysokou konkurenceschopnost na trhu. Firma LDM spol. s.r.o. sdružuje skupinu dceřiných společností jako třeba: LDM Bratislava na Slovensku, LDM Polska v Polsku, LDM Bulgaria v Bulharsku, LDM Armaturen v Německu, ООО "LDM Promarmatura" se sídlem v Moskvě, TOO "LDM" v Kazachstánu.

Firma byla založena zakladateli Šrefl & Jindra již v roce 1909 a do dnešní doby se zabývá výrobou armatur. [1]

V současné době je LDM silně exportně orientovaná firma s více než 220 zaměstnanci a s armaturami LDM je možno se setkat prakticky po celém světě, zejména v energetice, průmyslu, teplárenství jak na zdrojích tepla, tak i v sítích a výměňkových stanicích. Do výrobního programu spadají armatury regulační, uzavírací a pojistné. Takto široká nabídka sortimentu je

důvodem, proč se lze s armaturami a ventily LDM setkat téměř ve všech oblastech lidské činnosti, a to hlavně tam, kde je zapotřebí regulace průtoku, tlaku nebo teploty.

Firma má přímé zastoupení ve více zemích, zejména na: Slovensku, Polsku, Bulharsku, Německu, Rusku a Kazachstánu, kromě toho je v řadě dalších zemí reprezentována partnerskými firmami, které nesou jméno LDM dál do světa. Ve firmě je rovněž zaveden certifikovaný integrovaný systém řízení jakosti dle norem ISO 9001, ISO 14001 a OHSAS 18001. Jak vyplývá z předchozích řádků, firma LDM důstojně navazuje na dlouholetou tradici výroby průmyslových armatur v České Třebové. Firma je světově významná společnost udávající směr ve vývoji, výrobě, prodeji a servisu průmyslových armatur. LDM je společností, která má vlastní vývoj, konstrukci, výrobu, prodej a servis. [1]



Obr. 1 – Sídlo společnosti [1]



Obr. 2 – Budova sídla společnosti [1]

1.1.1 Představení firmy Walter

Společnost Walter spolupracovala na řešení návrhu nové výrobní technologie a přispěla k řešení návrhem nového na míru vyrobeného nástroje pro urychlení, usnadnění a celkové zlepšení výrobního procesu. Ve firmě LDM je používána řada nástrojů pro obrábění od společnosti Walter.

Pod společnost Walter spadá pět kvalifikovaných značek: Walter, Walter Titex, Walter Prototyp, Walter Valenite a Walter Multiply. Do sortimentu vyráběných produktů firmy patří více než 49 000 katalogových nástrojů k frézování, vrtání, soustružení a výrobě závitů. Společnost Walter je komplexním dodavatelem pro firmy v oblasti obrábění. Specialisté ze všech příslušných značek spolupracují společně na vývoji komplexních řešení třískového obrábění. Firma disponuje rozsáhlým know-how v mnoha oblastech, například: automobilový průmysl, letectví, kosmonautika, energetika, kolejová doprava a všeobecné strojírenství. [8]

1.2 Ventily

Tato kapitola představuje význam a použití průmyslových armatur, ventilů a regulačních prvků, ať už průtoku, tlaku či teploty. Tyto prvky jsou ve všech odvětvích průmyslu, energetiky, potravinářství a chemie nedílnou součástí všech soustav, ať už se jedná o vedení procesních médií, nebo součástí větších komplexů.

1.2.1 Obecná charakteristika

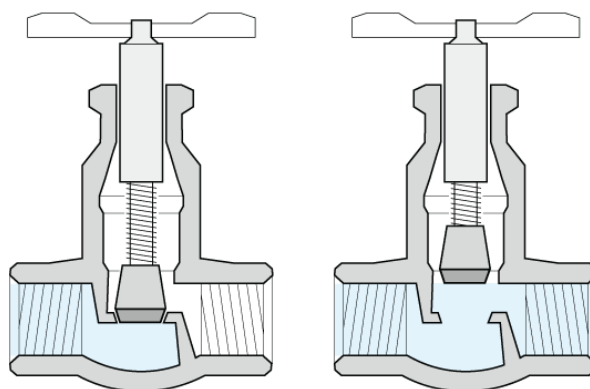
Ventil je mechanické zařízení regulující průtok tekutin, (plynů, kapalin, zkapalněných tuhých látek, kalů atd.) v potrubí. Pojem v české strojařské terminologii zahrnuje také kohouty, šoupátka a klapky. Zatímco sedlový ventil reguluje průtok uzavíráním kruhového sedla kuželkou, která se pohybuje šroubem kolmo k ose potrubí, kohout má otočný provrtaný prvek, kolmý k ose potrubí, který se otáčí o 90°. Šoupátko se podobá ventilu, pracovní prvek je plochá destička s otvorem, která se posouvá kolmo k potrubí. Klapka je plochá, nejčastěji kruhová deska, která se otáčí kolem osy kolmé k potrubí.

Ventily mohou mít ruční, pneumatický, hydraulický nebo elektromechanický pohon a používají se k nejrůznějším účelům. Nejznámější ventily jsou běžné „kohoutky“ vodovodu, kde se k otevření nebo uzavření musí rukojetí několikrát otočit. Nejběžnější kohouty uzavírají

přívod kapaliny pootočením o 90°. Šoupátka se používají pro větší průměry potrubí, například ve vnějším rozvodu vody, kdežto klapky se užívají, například ve vzduchotechnice. [2]

Ventily lze dělit podle jejich funkce na regulační ventily, uzavírací ventily, nebo havarijní uzávěry. Regulační ventily jsou armatury, sloužící k regulaci průtoku a tlaku protékajícího média. V trojcestném provedení potom slouží ke směšování nebo rozdělování průtoku média. Redukční ventily neboli regulátory výstupního tlaku, jsou samočinné armatury, sloužící k udržování konstantního tlaku média na výstupní straně ventilu. Celý proces je zabezpečen udržováním tlakové rovnováhy na membráně, v případě ukončení spotřeby média dojde k uzavření armatury.

Dále firma vyrábí pojistné a zpětné ventily, ale tyto ventily jsou již velice specifické a spadají, spolu se speciálními armaturami a armaturami pro jadernou energetiku do velmi úzce vyhraněné oblasti. [3]



Obr. 3 – Schématické znázornění uzavíracího ventilu [4]

1.2.2 Charakter řešeného ventilu

Uzavírací ventily slouží k uzavírání či odstavování potrubí za všech běžných provozních i mimoprovozních stavů. Ovládání ručním kolem předurčuje tyto armatury pro aplikace s manuálním nebo poloautomatickým provozním režimem, případně jako armatury pro využití v mimoprovozních stavech. Jsou-li vybaveny elektrickými nebo pneumatickými pohony, jejich využití je zejména v automatizovaných provozech.

V sortimentu LDM zaujímají uvedené armatury největší oblast portfolia výrobků. Dodávají se v tlakových třídách od PN 16 až do PN 40, rozsah jmenovitých světlostí zahrnuje DN 15 až DN 150. Provedení ventilu je dvoucestné přímé.

Použití těchto ventilů je od běžných aplikací v topenářství a chladicí technice, energetice, díky materiálovým variantám z korozivzdorných ocelí se uplatňují rovněž pro agresivní média v chemickém průmyslu, farmaceutickém průmyslu a potravinářství. [3]



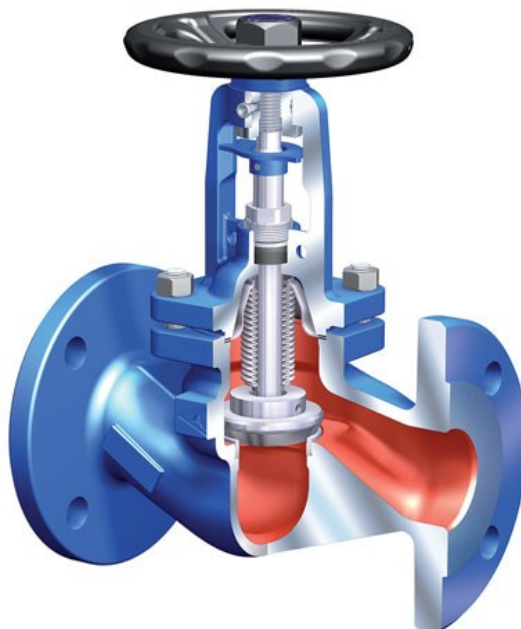
Obr. 4 – Ruční uzavírací ventil řady UV [5]

1.2.3 Těsnicí a uzavírací prvky ventilů

Použití těsnicích prvků je zapotřebí k absolutní těsnosti a nepropustnosti procesních médií ven z těla ventilu a soustavy, ale také hermetické uzavření vůči vnějšímu prostředí a okolním vlivům. Dosedací plochy ventilu jsou vyráběny tak, aby po montáži do soustavy bylo možné docílit dokonalé těsnosti spolu se zbytkem soustavy.

Těsnicí prvky se v uzavíracích ventilech volí dle použití a provozních teplot. Lze zvolit ucpávku ventilu z expandovaného grafitu, teflonová těsnění, kovová těsnění nebo také měkké těsnění, jako je například „O“ kroužek. Dále je využíván vlnovec s bezpečnostní ucpávkou, díky které je zajištěna hermetická těsnost ventilu vůči většině prostředí. Vlnovec je opatřen ochrannou trubkou, která vlnovec při provozu chrání před mnoha poškozeními, (účinky proudícího média, abrazi a erozi). Ventily s grafitovou ucpávkou jsou dále vybaveny i zpětným sedlem, které nám umožňuje výměnu ucpávky bez nutnosti vypuštění potrubního systému.

Těsnicí prvky jsou umístěny pod víkem, ve vyrobených osazeních, nebo mají specifické umístění podle daného typu ventilu. Je používána spousta typů kuželek, ovšem typ UV využívá buď talířových či tlakově odlehčených kuželek.



Obr. 5 – Ventil v řezu [6]

1.3 Používané stroje ve firmě

Tato podkapitola pojednává o strojích používaných ve firmě. Technické zázemí firmy obsahuje, dnes již značně zastaralé konvenční stroje značky Sezimovo Ústí, (v dnešní době již převážně pro zakázkovou výrobu, kusovou výrobu, nebo výrobu prototypů), tak novější poloautomatické obráběcí stroje. Hlavní složku technického zázemí firmy LDM spol. s.r.o. Česká Třebová ovšem představují moderní obráběcí centra, dříve pořízené značky Haas (dnes již Haas Automation), nebo později pořízené značky Mori Seiki (dnes již DMG Mori).

Mezi stroji značky Haas Automation jsou ve firmě převážně zastoupeny CNC soustruhy a obráběcí centra. Stroje poskytují vysokou přesnost a opakovatelnost výroby. Disponují vysokou odolností ve srovnání s dalšími obráběcími stroji na trhu. [7]

Další CNC obráběcí soustruhy a centra jsou stroje značky DMG MORI. Produkty DMG MORI zahrnují inovativní high-tech CNC stroje. Tyto později pořízené stroje, představují pokročilé technologie obrábění, stejně jako softwarová řešení a systémy spolu s energetickými řešeními. Stroje značky DMG MORI jsou dnes nejvíce zastoupenou skupinou výrobních strojů ve firmě.

Konkrétní modely hlavních strojů jsou:

- Mori Seiki NL2500Y/SY (soustružnické centrum)
- Mori Seiki NL3000 (soustružnické centrum)
- Mori Seiki SL 204 (malé frézovací centrum)
- Mori Seiki NH5000 (velké frézovací centrum)
- Haas DS30Y (soustružnické, vrtací a frézovací centrum)
- Haas VF4 (soustružnické, vrtací a frézovací centrum)
- Haas VF6 (soustružnické, vrtací a frézovací centrum)
- Haas VF8 (soustružnické, vrtací a frézovací centrum)



Obr. 6 – Soustružnické centrum Mori Seiki NL2500Y/SY [9]

1.3.1 Technické parametry stroje Mori Seiki NL2500Y/SY

Jako technické parametry stroje nejsou udávány: velikost stroje, kapacita, pojezdy, a další pro tuto řešenou problematiku nepodstatné údaje. Stěžejní jsou především výkonnostní stránky stroje. Jeho variabilita a další vlastnosti ve výrobních procesech, jsou značnou výhodou při urychlení výroby a minimalizaci prostojů a ztrátových časů při výrobě. Mezi velké výhody strojů značky Mori Seiki, ale i dalších nových strojů patří: počet vřeten, možnost používání rotačních nástrojů, automatická výměna nástrojů, počet nástrojů v zásobníku určených k výměně, počet pozic v nástrojové hlavě, možnost automatického upnutí výrobku v obráběném procesu, průchozí vřeteno, velikost obráběcího prostoru stroje a s tím související délky posuvů v osách X, Y, Z, otáčení hlavy rotačních nástrojů, velikost a váha stroje a mnoho dalšího.

Tabulka 1– Technické parametry stroje Mori Seiki [10]

Parametr	Hodnota	Jednotka
Max. otáčky (n) vřetena 1:	4.000	[min ⁻¹]
Max. otáčky (n) vřetena 2:	6.000	[min ⁻¹]
Max. otáčky (n) vřetena u rotačních nástrojů:	6.000	[min ⁻¹]
Max. otáčky (n) vřetenové hlavy rotačních nástrojů	400	[min ⁻¹]
C:		
Max. hodnota rychloposuvu (v_r) v ose X:	30.000	[mm.min ⁻¹]
Max. hodnota rychloposuvu (v_r) v ose Y:	10.000	[mm.min ⁻¹]
Max. hodnota rychloposuvu (v_r) v ose Z:	30.000	[mm.min ⁻¹]
Výkon (P) motoru vřetena 1:	18,5	[kW]
Výkon (P) motoru vřetena 2:	11	[kW]
Výkon (P) motoru rotačních nástrojů:	5,5	[kW]
Výkon (P) posuvového motoru v ose X:	3,5	[kW]
Výkon (P) posuvového motoru v ose Y:	3,5	[kW]
Výkon (P) posuvového motoru v ose Z:	4,5	[kW]
Výkon (P) posuvového motoru podpěry B:	2	[kW]

1.4 Využívané materiály a polotovary

Tato podkapitola pojednává o materiálech a polotovarech, které firma využívá k dalšímu zpracování. Jako dodavatel s firmou LDM spol. s.r.o. Česká Třebová, spolupracuje firma Roučka slévárna, a.s. se sídlem v Olomouci/Lutíně.

Pro výrobu ventilů je obecně nejvíce využívána tvárná litina, (litina s kuličkovým grafitem), dále ocelolitina (ocel pro odlitky), korozivzdorná austenitická ocel, bronz a mosaz. Materiál je volen dle provozních podmínek používání ventilu, nebo typu daného ventilu. Veliký důraz je kladen na provozní tlaky, teploty a také korozní odolnost vůči danému pracovnímu prostředí.

V jaké formě se grafit utvoří, je u tvárné litiny ovlivněno modifikací taveniny hořčíkem. Chemické složení tvárné litiny je stanoveno tabulkou níže.

Kovový základ je v závislosti na chemickém složení feritický až perlitický dle diagramu železo-uhlík. Kovový základ je možno, například, jako u oceli, tepelně zpracovávat pomocí žhání, zušlechťování apod. Lze tak ovlivnit základní mechanické vlastnosti tvárné litiny. [11]

Odlitky z tvárné litiny jsou odlévány ve slévárnách. Prvotními materiály jsou: ocelový šrot, surové železo, ferosilicium a přísady jako vápenec, koks, křemenný písek apod. Tyto výchozí suroviny jsou vkládány buď do elektrických pecí, nebo do kupolových pecí, zde jsou roztaveny

a metalurgicky dále zpracovávány. Chemické složení taveniny je měněno přímo během tavebního procesu přísadami ferosilicia, feromanganu a dalších přísad. Odpichová teplota taveniny je mezi 1480 °C a 1540 °C. [11]

Mechanické vlastnosti jsou definovány v materiálových normách. V evropských zemích jsou nejpoužívanější DIN 1693 normy. V roce 1997 byla tato norma nahrazena evropskou normou EN 1563, která tvárnou litinu označuje pomocí zkratky GJS. Označení GGG dle normy DIN 1693 je v praxi přesto využívanější. [11]

Mimořádně dobré mechanické vlastnosti, ekonomicky výhodná výroba a dobrá zpracovatelnost, toto vše jsou důvody a příčiny velkého rozšíření používání tvárné litiny v průmyslu. Při používání na vedení, umístěné pod zemí, je potřeba ošetřit litinu proti korozi. [11]

Zhruba 40–50 % světové výroby je spotřebováno v automobilovém průmyslu. Zde byly v posledních desetiletích postupně nahrazovány technologicky a výrobně dražší kované, lisované a svařované součásti a díly, cenově výhodnějšími odlitky. V automobilech v dnešní době jsou téměř všechny, takzvané, bezpečnostní součástky jako závěsy kol, podvozek, součásti řízení, části motoru a to zejména: klikové hřídele, vačkové hřídele, ojnice, atd., vyrobeny z tvárné litiny. [11]

Polotovary od firmy Roučka slévárna, a.s. se sídlem v Olomouci/Lutíně, která je tradičním dodavatelem odlitků pro armatury a čerpadla jsou ve firmě LDM spol. s.r.o. Česká Třebová, jsou dále zpracovávány dle jednotlivých typů ventilů, které se v danou chvíli vyrábějí. Výroba není stále jednotvárná, ale mění se dle objednávek zákazníků a požadavků v daný moment. Níže je obsažena fotografie dodávaného polotovaru.

Materiály ventilů a jejich použití:

- Šedá litina pro 2 – 300 [°C]
- Tvárná litina pro 2 – 350 [°C]
- Uhlíková ocel pro -20 – 400 [°C]
- Korozivzdorná ocel pro -20 – 400 [°C]

Tabulka 2– Chemické složení tvárné litiny.[11]

Chemické složení tvárné litiny
uhlík 3,2 až 4,0 %,
křemík 1,8 až 3,0 %,
mangan 0,2 až 0,8 %,
síra maximálně 0,05 %,
chrom maximálně 0,10 %,
fosfor maximálně 0,1 %,
hořčík 0,04 až 0,08 %,
měď u perlitických slitin do 1 %.

1.5 Nástroje pro obrábění a jejich materiály

Tato podkapitola pojednává o nástrojích, které se využívají při obráběcích procesech, a to zejména, pro soustružnické operace. Rozbor využívaných materiálů a jejich použití.

Ve velké většině případů jsou používány klasické a obecně používané obráběcí nástroje, jako například, vrtáky, stranové ubírací nože a také vnitřní soustružnické nože.

1.5.1 Rychlořezná ocel

Dříve byly velice často využívané nástroje z rychlořezných ocelí (anglicky High speed steel, nebo také zkráceně HSS). Jedná se o druh oceli, určený pro výrobu velice namáhaných řezných nástrojů, zejména pro obrábění a dělení kovových součástek, které jsou tepelně neupravované a na rychlé obrábění. Její významné vlastnosti jsou, převážně, vysoká tvrdost a žárupevnost (přetrvává tvrdá i po zahřátí). Používá se k výrobě nástrojů, jako například, ručních pil, pilových listů, pilových kotoučů, pilových pásů, hoblovacích a soustružnických nožů, nebo také vrtáků, fréz a dalších. HSS ocel vydrží v místě řezu maximálně 600 °C. K její výrobě se využívá nástrojové oceli, která je dále kalena a popouštěna. Značná nevýhoda HSS je rychlé opotřebení, nízká životnost a bohužel i to, že při velkém zahřátí, obzvláště a nejčastěji v místě řezu, nastane změna struktury kovu, ocel se začne drobit, je znehodnocena a již více nepoužitelná.

Rychlořezné oceli patří mezi legované, a to zejména wolframem (5-20 %), případně molybdenem, dále chromem (4 %) a vanadem (1-4 %), pro nejvyšší výkony ještě kobaltem (5-10 %). Přebrousování nožů z HSS, které jsou pouze tupé a zatím nezničené je zdoluhavé a časově také dosti náročné. [12]

1.5.2 Slinuté karbidy

Nástroje z HSS nahradily nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutých karbidů. Slinutý karbid (zkráceně SK), je vyráběn práškovou metalurgií. Je směsí částic karbidu wolframu (WC) a kovového pojiva bohatého na kobalt (Co). Slinuté karbidy používané pro obráběcí operace obsahují více než 80 % částic tvrdé fáze WC. Další důležitou součástí jsou příměsi kubického karbonitridu titanu, zvláště u gradientně slinovaných tříd. [14]

Tento materiál je určen pro výrobu obráběcích nástrojů a jejich součástí. Z těchto složek se vyrábí spékáním (sintrováním, slinováním). Na ocelové obráběcí nástroje (vrtáky, soustružnické nože, výstružníky a další), se připevňují pomocí pájení břitové destičky ze slinutého karbidu, pracující v nástroji jako řezná hrana. [13] Ovšem v dnešní době jsou tyto nástroje s vyměnitelnými břitovými destičkami (zkráceně VBD), a to za pomoci přesného lůžka pro destičku z VBD, která je na nástroji připevněna pomocí šroubu či jiné úchytky a destička je tímto snadno vyměnitelná. Díky lůžku je zaručeno dobré umístění VBD a za pomoci normálové síly, vyvolané šroubem, destička drží na určeném místě dostatečně pevně.

Tvar těla nástroje ze slinutého karbidu je vytvářen buď lisováním prášku, nebo metodou vstřikování do formy a takto vytvořený polotovár je dále slinován až na plnou hustotu. [14]

Poměrné množství jednotlivých druhů karbidů a kobaltu určuje pak vlastnosti slinutého karbidu. [13]

Slinuté karbidy jsou mnohem tvrdší než rychlořezné oceli a slitiny Co–Cr–W. Svou tvrdost zachovávají i za vyšších teplot, než rychlořezné oceli. První slinuté karbidy obsahovaly jen karbid wolframu s malým množstvím kobaltu jako pojidla. Byly velmi tvrdé, ale poměrně křehké, takže špatně odolávaly rázům. Vyhovovaly však celkem dobře při obrábění litiny, ale již méně se osvědčily při obrábění oceli. [13]

U SK z WC je velikost zrna velice důležitý parametr, který má vliv na tvrdost, popřípadě i houževnatost dané třídy slinutého karbidu. Při určeném a stálém množství pojiva, má menší velikost zrna vliv na vyšší tvrdost celého SK. [14]

Obsah a složení pojiva, obsahující Co, určuje odolnost a houževnatost dané třídy SK, oproti plastické deformaci. Při stálé velikosti zrna WC se větší množství pojiva Co projeví navýšením

houževnatosti dané třídy SK, která je bohužel zároveň citlivější k plastickým deformacím. Velice malé množství pojiva Co se naopak projeví křehkostí a náchylností daného SK k rázům. [14]

Na slinuté karbidy pro obrábění ocelí bylo použito jako přísady též malého množství karbidů titanu a tantalu. Zvýšeným množstvím karbidu titanu bylo dosaženo dalšího zvětšení tvrdosti slinutých karbidů za zvýšených teplot. Značná stálost ostří nástrojů ze slinutých karbidů je hlavním důvodem rychlého rozšíření těchto materiálů na bříty řezných nástrojů všeho druhu. [13]

Řezné nástroje ze slinutých karbidů se hodí k obrábění nejrůznějších druhů materiálů, od měkkých, jako jsou mosazi a slitiny Al, až po nejtvrďší materiály, jako je bílá litina a žárupevné slitiny o velké pevnosti. Volba vhodného slinutého karbidu závisí hlavně na druhu a tvrdosti obráběného materiálu a velikosti rázu při funkci nástroje. S rostoucím obsahem kobaltu vzrůstá houževnatost, ale klesá tvrdost a odolnost slinutého karbidu proti opotřebení.

Podle účelu použití se musí vybrat vždy ten druh slinutého karbidu, který má pro daný účel použití nejvhodnější kombinaci potřebných vlastností. Pro obrábění šedé litiny se používají slinuté karbidy skupiny H. Pro obrábění oceli se hodí slinuté karbidy skupiny S, pro jemné obrábění se používá slinutých karbidů skupiny F. Pro obrábění těžko obrobitelných materiálů, jsou určeny slinuté karbidy skupiny TJ. Slinuté karbidy skupiny H jsou velmi odolné proti opotřebení, takže se hodí k obrábění abrazivních materiálů, např. plastických hmot, vyztužených skelnými vlákny apod. Jsou vhodné i k obrábění velmi tvrdých materiálů, např. bílých litin, ale i k obrábění slitin Al apod. [13]

1.5.3 Povlakované slinuté karbidy

V současnosti reprezentují slinuté karbidy 80-90 % veškerých břitových destiček, používaných pro obráběcí nástroje. Jejich úspěch, jakožto nástrojového materiálu, je dán jejich unikátní kombinací odolnosti proti opotřebení a houževnatosti, ale také jejich schopností nechat se formovat do složitých tvarů.

Povlakované slinuté karbidy představují kombinaci slinutého karbidu s povlakem. Společně tvoří třídu, která je přizpůsobena pro daný způsob aplikace. [14]

CVD je zkratka z anglického názvu Chemical Vapor Deposition - chemické metody nanášení povlaku. CVD povlak vznikne chemickými reakcemi při teplotách mezi 700 až 1050°C.

CVD povlaky mají vysokou otěruvzdornost a skvělou přilnavost ke slinutým karbidům. Prvním povlakem, naneseným na slinutý karbid metodou CVD, byl jednovrstvý povlak z karbidu titanu (TiC). Povlaky Alumina (Al_2O_3) a povlaky z nitridu titanu (TiN) byly zavedeny později. Z důvodu dalšího zlepšení vlastností jednotlivých tříd byly v nedávné době vyvinuty moderní povlaky z karbonitridu titanu (MT-Ti(C,N) nebo MT-TiCN, také nazývané MT-CVD). Zlepšení vlastností je dosaženo díky jejich schopnosti chránit povrch slinutého karbidu a udržet jeho celistvost a neporušenost. [14]

Dnešní modernější CVD povlaky jsou kombinací MT-Ti(C,N), Al_2O_3 a TiN. Vlastnosti povlaků z hlediska adheze, houževnatosti a způsobu jejich opotřebení byly průběžně zdokonalovány, prostřednictvím optimalizace jejich mikrostruktury a postupů dalšího zpracování. [14]

Vlastnosti CVD povlaků:

MT-Ti(C,N) - Tvrdost tohoto povlaku zajišťuje odolnost proti opotřebení otěrem, díky tomuto má břit menší opotřebení hřbetu.

CVD- Al_2O_3 - Chemicky inertní s nízkou tepelnou vodivostí, což jej činí odolným proti opotřebení ve tvaru žlábků. Rovněž plní úlohu tepelné clony a pomáhá zlepšit odolnost proti plastické deformaci.

CVD-TiN - Zlepšuje odolnost proti opotřebení a je také využíván pro zjištění stupně opotřebení. [14]

Využití břitové destičky s CVD povlakem je asi první možnost, zvláště v případech, kde je třeba odolnosti proti otěru. S tímto využitím je možné se nejčastěji setkat při všeobecném soustružení a vyvrtávání v oceli, kde je odolnost proti opotřebení ve tvaru žlábků poskytována CVD povlakem velké tloušťky, u všeobecného soustružení korozivzdorné oceli a u tříd pro frézování v materiálech ISO P, ISO M, ISO K. Pro vrtání se destičky s CVD povlakem obvykle používají pro obvodové břitové destičky. [14]

PVD je zkratka anglického názvu (Physical Vapor Deposition). Tyto povlaky jsou nanášeny při relativně nízkých teplotách ($400\text{--}600^\circ\text{C}$). Tento proces probíhá při postupném odpaření kovu, který reaguje, například s dusíkem a na povrchu obráběcího nástroje vzniká tvrdý povlak, například nitridický. [14]

PVD povlaky mají velkou tvrdost, proto ještě zvyšují otěruvzdornost dané třídy SK. Vnitřní tlaková pnutí, jsou také důvodem nárůstu houževnatosti břitu a odolnosti proti tepelným hřebenovým trhlinám. [14]

Moderní PVD povlaky vznikají kombinací více složek a ve více po sobě jdoucích vrstvách, alternativa je také mnohovrstvý povlak, který je složen z velkého množství tenkých vrstev povlaku, v řádu nanometrů, toto samozřejmě velice zvyšuje tvrdost povlaku. [14]

PVD-TiN - Nitrid titanu byl prvním povlakem, nanášeným metodou PVD. Má univerzální vlastnosti a typicky zlatou barvu.

PVD-Ti(C,N) - Karbonitrid titanu je tvrdší než TiN, tímto také výrazně zvyšuje odolnost proti opotřebení hřbetu.

PVD-(Ti,Al)N - Titan aluminium nitrid má vysokou tvrdost, spolu s vysokou odolností proti oxidaci, toto velice pomáhá při zvýšení odolnosti proti opotřebení.

PVD-oxidický - Je používán, zejména pro jeho chemickou netečnost a zvýšené odolnosti proti opotřebení ve tvaru žlábků. [14]

V dnešní době jsou používané povlakované destičky ze slinutého karbidu v kombinaci se speciálními nástroji na zakázku pro moderní CNC obráběcí centra. Tento krok se vyplatí zejména pro sériovou výrobu. Vyměnitelná břitová destička je levná a snadno vyměnitelná při otupení všech hran. Nejmodernější nanokompozitní povlaky nACRo a také TiAlCN mají při běžném obrábění a použití značně dlouhou životnost. [14]

SK ošetřeny PVD povlakem jsou doporučovány pro houževnaté, ale přesto ostré břity, ale také pro obrábění materiálů, ulpívajících na břitu nástroje. Toto využití je velice rozšířené a zahrnuje také všechny vrtáky, monolitní karbidové frézy a většinu tříd SK pro řezání závitů, zapichování a frézování. Třídy SK povlakované metodou PVD jsou také velmi využívány pro dokončovací operace, nebo pro použití na vrtácích pro středové břitové destičky při vrtání. [14]



Obr. 7 – Nástroj s vyměnitelnou břitovou destičkou [15]



Obr. 8 – Typy vyměnitelných břitových destiček [16]

1 - SK, tvar S, oboustranné, předlisovaný utvařec; 2 - SK, tvar W, oboustranná, předlisovaný utvařec; 3 - SK, zapichovací, předlisovaný utvařec; 4 - SK, závitové; 5 - SK, upichovací, před-lisovaný utvařec; 6 - monolitní PKNB, tvar R; 7 - roubík PD, tvar C, jednostranná; 8 - roubík PD, tvar T, jednostranná, utvařec; 9 - roubíky PD, tvar S, oboustranná; 10 - monolitní PKNB, tvar S, jednostranná, vybroušený utvařec. [16]

1.6 Povrchové úpravy součástí

V této podkapitole je rozebrána povrchová úprava kovů, koroze různých kovů, povrchů a její příčiny.

Povrchy kovů mají značnou slabinu. Jejich slabina se nazývá koroze. Ochrana kovů proti korozi, je řešeným problémem již od počátku využívání kovů, a s tímto související také řešené úpravy povrchů.

Koroze, vzniká při chemických reakcích na povrchu kovu bez dostatečné ochrany vnějším vlivům. [17]

Na vznik koroze má podstatný vliv působení vnějších vlivů (atmosféry), především kyslík a další agresivní plyny v ovzduší, působení vody či různých chemikálií má na povrch kovu, bez ošetření proti korozi, značné důsledky, a to nejen ve změně vzhledu. V konečném důsledku může být kov znehodnocen a nepoužitelný k dalšímu zpracování bez razantní povrchové úpravy. [17]

Motory, stroje, konstrukce, to vše, ale i běžné předměty jako nůžky, nůž jsou vystaveny povrchovým úpravám proti korozi již při výrobě. Toto ale nebývá dostačující protikorozní ochrana. V nejlepším případě, tato ochrana není navěky. [17]

Povrchové úpravy kovů jsou prováděny z mnoha důvodů. Často tímto důvodem bývá protikorozní ochrana, v některých případech může být povrchová úprava vyžadována z funkčního hlediska, například: zvýšení tvrdosti, kluznosti, nebo životnosti. Nejčastější povrchové úpravy, pro prodloužení životnosti a funkčnosti, se využívají ve strojním, nebo stavebním odvětví, a také při výrobě nástrojů. [17]

Základní rozdělení povrchových úprav kovů. Nejčastěji jsou rozdělovány tři části povrchových úprav kovů:

- předběžné opracování, příprava kovových povrchů,
- vytvoření konverzního povlaku, nebo povlaku kovového materiálu,
- povrchová úprava kovu, pomocí nanesení organického povlaku.

Tyto fáze povrchové úpravy jsou dále ještě členěny, ovšem jako základní rozdělení toto postačí. Podle očekávaných vlastností a funkčnosti povrchové úpravy, následuje speciální povrchová úprava, nebo ošetření. [17]

Nutností povrchových úprav kovů je také čištění a odmašťování povrchu. Toho lze docílit, například, mechanickou cestou tryskání, nebo při menších a lehčích odolnějších součástích i omíláním či tryskáním, za pomoci vodního proudu spolu s abrazivem. Čištění kovů lze provádět i pomocí rozpouštědel, nebo také elektrochemicky. [17]

Součásti jsou také broušeny, ať už za pomoci rovinné brusky, nebo kotoučové brusky. U součástí, u kterých je to vyžadováno, je prováděno i lapování, popřípadě leštění. Nejčastěji využívanými povrchovými úpravami pro zlepšení vlastností, jsou ve firmě: niklování, zinkování, nitridace. Časté je také využívání kluzných laků.

Na povrch součástí, (obzvláště zinkovaných), se používá tzv. DUPLEX ochranný systém. Ochranný systém DUPLEX je kombinací kovového pokovení, (např. žárové pozinkování) a organického nátěru. Provedení systému je velice snadné, vytvoří dlouholetou protikorozní ochranu součástí před korozí za příznivých ekonomických nákladů.

Barvy si firma ve většině případů vyrábí sama, nebo jsou dováženy z Belgie. Tyto barvy se člení dle používaného prostředí a použití ventilu. Největší vliv a hlavním kritériem je mimo jiné i teplota použití (modrá barva je například do 400°C, je nanášena speciální technologií bez mísení se vzduchem, využití je zejména v teplárenství. Stříbrná barva má využití do 800°C a je používána převážně v energetice).

1.7 Vrtání

Tato podkapitola pojednává o problematice vrtání na CNC soustružnických centrech a používaných nástrojích.

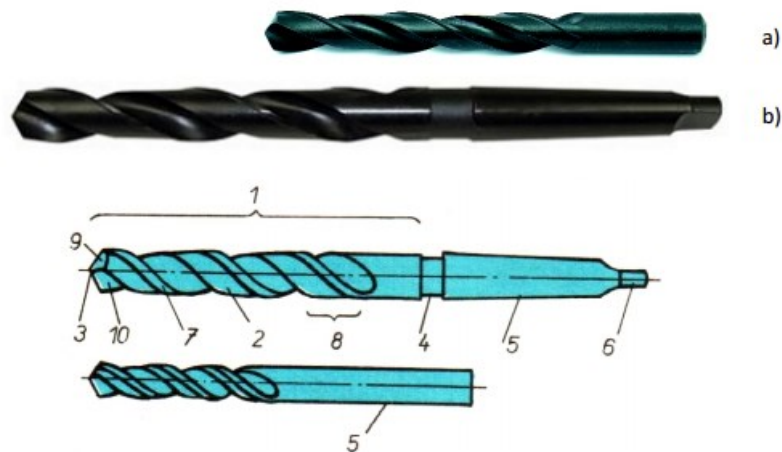
Vrtání je operace, kterou je vrtákem vytvořen v polotovaru otvor. Jedná se o třískové obrábění válcových děr. Vrtané otvory jsou nepřesné a povrch stěny otvoru je hrubý. Přesný otvor s hladkým povrchem lze docílit vyhrubováním a dále také vystružováním, což jsou operace, následující po vrtání. Vrtání otvorů za pomoci soustruhu je daleko přesnější než na vrtačce. Polotovar při otáčení nutí vrták setrvávat stále v ose soustružení. [19]

Vrtáků je mnoho druhů, jako například: středící vrták (navrtávák), slouží k navrtání středícího otvoru, šroubovitý vrták pro vrtání válcovitých otvorů klasických velikostí, kopinatý vrták (plochý), dělový vrták (jednobřítý), korunkový vrták, vrtací hlava, odstupňovaný vrták, sdružený vrták. [19]

První, co musí být před vrtáním zhotoveno, je středící důlek pro přesné učení osy obrobku. Středící důlky musí být zhotoveny ve správné poloze na obrobku, velikost a tvar musí být též přiměřené. Souosost je hlavní vlastností vyznačující tento typ důlku. Čelo obrobku musí být v rovině, proto je zapotřebí před navrtáním středící důlku, pomocí středícího vrtáku nejprve čelo obrobku zarovnat. K použití středícího vrtáku je vhodné nastavit optimální řeznou rychlost a správný počet otáček vřetene. [19]

Nejpoužívanějšími nástroji pro vrtání jsou vrtáky se šroubovicí, která je použita jednak k odvodu třísky z místa řezu, ale i pro přívod procesního média do místa řezu, což umožňuje optimální chlazení, v některých případech je toto chlazení ale značně nedostačující, (obzvláště při vyšších hodnotách řezných rychlostí apod.). [18]

Šroubovice je skloněna k ose vrtáku pod úhlem od 10° do 45° , sklon šroubovice závisí na vrtaném materiálu. Hlavní ostří svírá vrcholový úhel ε_r . Rozmezí úhlu ε_r je velice široké a má velký vliv na: výkon vrtáku, trvanlivost vrtáku a v neposlední řadě také na kvalitu vrtaného otvoru. [19]



Obr. 9 – Rozbor vrtáku [19]

a) vrták s válcovou stopkou; b) vrták s kuželovou stopkou

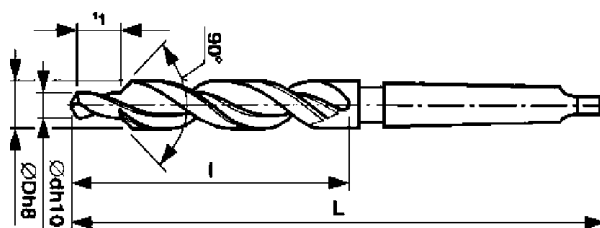
1 - tělo vrtáku; 2 - žebro; 3 – příčné ostří; 4 - krček; 5 - stopka; 6 - unašeč; 7 - fazetka;
8 - hřbet vrtáku; 9 - hřbet; 10 - čelo[19]

Šroubovité vrtáky lze rozdělit podle sklonu šroubovice do tří skupin. Střední šroubovice je určena, zejména pro vrtání oceli a litiny. Pozvolné šroubovice je využíváno při vrtání houževnatých a měkkých materiálů. Strmé šroubovice vrtáku je využíváno pro vrtání tvrdých a křehkých materiálů. [28]

Jelikož vrtání bylo zpočátku prováděno na konvenčních soustruzích pomocí vrtáků z rychlořezné oceli, tyto vrtáky velký počet kusů nevydrží a je nutné neustálé přebroušování a vrtání zabírá příliš mnoho výrobního času. Při použití CNC soustružnického centra a nástroje ze slinutého karbidu je možné urychlení práce, značná úspora času a efektivita obráběcího procesu. Není třeba, aby byl celý nástroj zhotoven ze slinutého karbidu, dnešní vrtáky jsou osazeny pouze destičkami ze slinutého karbidu, u větších průměrů lze tyto destičky jednoduše měnit. Tato vlastnost nám zaručí rychlou výměnu bez potřeby přebroušování a značnou ekonomickou nenáročnost výrobního procesu. Pro ještě lepší mechanické vlastnosti je využíváno destiček z povlakovaného slinutého karbidu.

1.7.1 Vrtání odstupňovaných děr odstupňovaným vrtákem.

Z důvodu zvýšení efektivity vrtání odstupňovaných děr, jsou využívány stupňovité vrtáky. Jejich výhodou je vytvoření více otvorů různých průměrů, a to vše v jedné operaci, popřípadě lze tímto vrtákem vytvořit sražení hrany, či zahloubení. Jejich použití je výhodné hlavně při větších sériích a úspora času při vytvoření více průměrů při jednom vrtání je nezanedbatelná. [20]



Obr. 10 – Odstupňovaný vrták [16]

1.7.2 Sdružené vrtací a zahlubovací nástroje

Sdružené vrtáky jsou uzpůsobeny pro vrtání osazených otvorů, zahlubování nebo předvrtání otvoru pro závit a následné řezání závitů a mnoho dalšího. Možností vytvoření a použití těchto nástrojů ve výrobě je nepřeberné. Zakázková výroba a pořízení těchto nástrojů je sice ekonomicky náročnější, ale časová úspora, efektivita a produktivita je veliká. Používají se, zejména v sériové a hromadné výrobě k dosažení časové úspory a zvýšení produktivity práce. [19]

V sériové výrobě je pracovní efektivita a produktivita tohoto nástroje nejvíce znatelná. Mezi jeho další výhody patří osazení nástroje vyměnitelnými břitovými destičkami ze slinutého karbidu, popřípadě i povlakovaného slinutého karbidu. Výměna těchto břitových destiček je snadná a rychlá. Nástroj neztrácí přesnost výroby, kvalita výroby je také nezměněna a výrobní proces netrpí ztrátovými časy. Sdružený vrtací nástroj je ve většině případů vybaven i vnitřním přívodem procesního média, přímo do místa řezu, což zlepšuje nejen životnost nástroje, ale také řezné parametry a kvalitu výroby.

Speciální sdružené nástroje se používají k současnému vrtání, zahlubování, výrobě osazení, sražení hran, a to vše v jednom kroku. Toto urychlení obráběcího procesu součásti je značné. [16]



Obr. 11 – Sdružený nástroj pro vrtání a dvojité zahlubování [16]

1.8 Kontrola a měření

V této podkapitole je přiblížena problematika měření a kontroly součástí.

Základní a první kontrolou, která je vždy prováděna ve všech výroбах, firmách a podnicích, je kontrola vizuální, neboli subjektivní. I tato zběžná kontrola, která však závisí na smyslech a vjemech pracovníka, však odhalí mnoho chyb a vadných kusů součástí již v procesu výroby, pokud je tato součást včas vyřazena, není třeba ji dále obrábět a technologicky zpracovávat, čímž se šetří čas i finanční prostředky, proto je v mnoho podnicích zařazena i meziprocessní kontrola, která tyto vadné kusy odhaluje. Subjektivní kontrolou je poměrně snadné, za pomoci hmatu či zraku, odhadnout zda je hrubost povrchu správná, či obrobek nemá otřepy.

Dále je využívána kontrola objektivní. K této kontrole už je zapotřebí měřicích přístrojů, měřidel a nástrojů pro přesné měření či porovnání.

Měření a metrologie, jsou nedílnou součástí průmyslu a výroby jako takové. Hlavně z důvodu měření kvality a technického rozvoje, toto odvětví má velký význam pro výrobu. Měření a kalibrace měřidel, používaných ve výrobě, je nezbytná pro zvyšování kvality vyráběných součástí a mají veliký vliv na konkurenční schopnost firmy na trhu. [26]

Měření spadá do prací kontrolních. Veličina a hodnota, která musí být zkontrolována a změřena (měřená veličina), může být, například, hmotnost a tíha, úhel a další rozměry obrobku či součásti, které srovnáváme s předepsanou veličinou. [27]

Kontrolu lze provádět porovnáním, což je posouzení rozměru nebo tvaru kontrolované součásti nebo obrobku s rozměrem nebo tvarem šablony, nebo kalibru. Kontrolou musí být zjištěna skutečnost, zda se daná veličina či hodnota nachází v předepsané či stanovené toleranci. [27]

V procesu výroby jsou rozlišovány 3 hlavní druhy kontrol. První kontrola je kontrola dodaného materiálu, neboli vstupní kontrola, v tomto případě kontrola dodaného polotovaru ze

sléváren Roučka slévárna, a.s. se sídlem v Olomouci/Lutíně. Druhá kontrola je kontrola procesní, přímo ve výrobě, neboli výrobní, kdy je zjišťováno zejména dodržení výrobních rozměrů a tolerancí, dle výkresové dokumentace. Poslední a koncová kontrola je kontrola výstupní, kdy je kontrolován již hotový produkt, nebo díl. Jeho celistvost, funkčnost a další z vlastností. [27]

Konkrétně ve firmě je využíváno ručního rentgenového spektrometru pro změření obsahu všech chemických látek v dodávaném materiálu.

Měření může být prováděno měřidlem, toto měření spadá do metod měření přímých, nebo nepřímo porovnáním s etalonem, šablonou, nebo kalibrem. Toto měření spadá do metod nepřímých. [27]

K přímému měření rozměrů je dnes možno využít nepřeberné množství přístrojů, které se liší převážně provedením a používáním. Mezi základní a nejpoužívanější patří posuvné měřidlo, ať už je klasické, nebo digitální. Je jednoduché, malé, měření s tímto měřidlem je rychlé a snadné při rychlém zjištění měřené veličiny s poměrně vysokou přesností.

Pokud je ovšem vyžadována vyšší přesnost, k tomuto účelu slouží mikrometr, kterým se změří daná veličina s mnohem vyšší přesností, přesněji na tisícinu milimetru. Tyto měřidla jsou vyráběny v mnoha provedeních, pro změření jakéhokoliv rozměru, ať už se jedná o měření válcových otvorů (dvojbodové, třibodové dutinové), nebo třmenové pro měření vnějších rozměrů. Dnes se tyto přístroje vyrábí i s digitálním odečítáním naměřených hodnot, práce s těmito měřidly je značně rychlejší a jednodušší. O úroveň přesnější jsou ovšem velká měřicí centra a souřadnicové měřicí přístroje. Jsou finančně nákladná, ovšem pracují s nejvyšší přesností a jsou hojně využívány ve všech odvětvích průmyslu.

Měřit a provádět kontrolu, je možné u více veličin, než pouze u rozměrů. Zjišťované můžou být i další předepsané podmínky například: pevnost, kvalita povrchu, tvarová přesnost, tvrdost.

1.8.1 Kontrola rozměrů ve firmě

Ke kontrole rozměrů je používána 3D dotyková sonda FARO GAGE PLUS, která se hodí pro přesné měření menších součástí, zaznamenaná přesná umístění dotyku se stykovou plochou a následně jsou, za využití softwaru pro vyhodnocení, nebo zápis rozměrů vyhodnocovány odchylky u jednotlivých měřených součástí. Nejedná se o pevné 3D měřicí zařízení s pohonem, ale o přenosné, kompaktní zařízení, neobsahující pohonné jednotky, tudíž je závislé na obsluze. Kontrola je značně rychlejší a časově méně náročná. Přístroj společnosti Faro, pracuje s přesností na 0,018 mm, měřit dokáže až do vzdálenosti 1,2 m.

Přístroj obsahuje teplotní senzory a snímače přetížení, při čemž reaguje na teplotu okolí a únavu obsluhy, čemuž také uzpůsobuje a optimalizuje výsledky. Zprávy jsou generovány okamžitě a automaticky.



Obr. 17 – 3D dotykové měřicí zařízení od firmy FARO.



Obr. 18 – Hardware s převodníkem a software pro zaznamenání dat od firmy Mahr

Mimo jiné, jsou také používány klasické i digitální mikrometry, kalibry, posuvky a další přístroje pro měření kvalitativních i rozměrových hodnot.

1.8.2 Kontrola pevnosti a funkčnosti ve firmě

V laboratoři je kontrolována také funkčnost, bezpečnost a těsnost ventilů, kdy jsou ventily vystaveny provozním tlakům, na které je ventil dimenzován pro přezkoušení jeho těsnosti, pevnosti a celkové funkčnosti ventilu pro dodržení pevně daných standardů firmy.

Při nedostatečné těsnosti armatury může dojít k prosáknutí kapaliny do rozvodu. Toto je z technologického hlediska nebezpečné.



Obr. 19 – Zkušební stolice pro zkoušky armatur

1.8.3 Kontrola ventilu v provozu

V provozu se přezkoušení funkce ventilu provádí pomocí otevření ventilu zvedací pákou. Frekvenci otevření ventilů udávají normy ČSN 07 0710 a ČSN 69 0012. Za dodržování je zodpovědný pracovník, dohlízející na funkci tlakových nádob, informace o zkoušce je zapsána do provozního deníku tlakových nádob. Přezkoušení funkčnosti ventilu je nutno provádět jen tehdy, pokud je ventil v pracovním přetlaku, což je zhruba 80 % přetlaku otevíracího. Po odzkoušení ventilu musí být dokonale těsný, v opačném případě je nutné zkoušku opakovat z důvodu odstranění nečistot mezi pracovními sedly. Dle normy ČSN 69 0012 článku 56 lze považovat za přezkoušení otevření pojistného ventilu, a to navýšením přetlaku v nádobě, o tomto však musí být proveden záznam. Pokud je ventil umístěn na chladicím zařízení, zkoušku nelze provést odfouknutím. Tyto pojistné ventily se musí demontovat, zkouška a případné seřízení se dále provádí na zkušební stolici. [29]

2 Původní a stávající technologie výroby ventilové součásti

Tato kapitola obsahuje popis stávající technologie výroby dané součásti a pojednává o problematice a okolnostech potřeby zvýšení produktivity, efektivity a obměny výrobního procesu za nový ekonomicky méně náročný s vyšší výrobní kapacitou dané součásti.

2.1 Stroje a nástroje

Původní výrobní technologie ventilové součásti neboli ventilového víka, zahrnovala starší výrobní stroje dnes již konvenčního rázu. Později byla výroba přesunuta na 2 CNC obráběcí soustruhy značky Haas. Na konvenčních strojích lze dosáhnout maximálních otáček řádově okolo 2000 min^{-1} , v porovnání s výše uvedeným CNC obráběcím centrem značky Mori Seiki, je tato hodnota méně než poloviční. V porovnání se strojem Haas, je hodnota otáček téměř srovnatelná, u tohoto stroje jsou však rozhodující další vlastnosti a funkce.

To samé platí pro srovnání hodnot posuvů, které lze použít u nástrojů z rychlořezné oceli a porovnáním s nástroji z osazených destiček ze slinutého karbidu, nebo destiček z povlakovaného slinutého karbidu, které posouvají řezné podmínky, kterým lze nástroj vystavit na jinou úroveň, zvyšují životnost, kvalitu a produktivitu nástroje za ekonomicky příznivých nákladů při snížení časové náročnosti obráběcího procesu. Nástroje z rychlořezné oceli nemohou snášet velké teploty obrábění a velice nepříznivé podmínky obrábění, pokud se nástroj neznehodnotí, vystavením nástroje teplotě více jak 600°C v místě řezu, což má za následek změnu struktury kovu a následné drobení, tak je nutné neustálé přebroušování nástroje při otupení. Na CNC stroji je toto použití takřka nemyslitelné. Přebroušení nástroje má za následek změnu rozměrů nástrojů, což vede k potřebě následné korekce, v opačném případě by nebyla dodržena kvalita výroby a ani rozměrová stálost výrobků a nastala by velká produkce vadných výrobků.

2.2 Technické parametry stroje Haas DS-30Y

Obráběcí centrum od společnosti Haas nedisponuje automatickým upínáním obráběné součásti mezi vřeteny. Výkon vřeten motorů vřeten je sice větší než u centra od společnosti Mori Seiki, ovšem variabilita stroje od společnosti Haas je značně omezena, především výrobním prostorem, proto součást musí být znovu upínána manuálně a obrábění probíhá na dvou strojích, bez nutnosti zdržení výměnou nástrojů a obráběcích programů, stroj disponuje pouze dvanácti možnými pozicemi pro nástroj, kdy šest pozic může být připraveno k obrábění a šest je umístěno na stojanu (tzv. hybridní uložení), tyto nástroje je nutno vyměňovat do obráběcí hlavy.

Tabulka 3– Technické parametry stroje HAAS DS-30Y [21]

Parametr	Hodnota	Jednotka
Max. otáčky (n) vřetena 1:	4.000	[min ⁻¹]
Max. otáčky (n) vřetena 2:	4.000	[min ⁻¹]
Max. otáčky (n) vřetena u rotačních nástrojů:	6.000	[min ⁻¹]
Výkon (P) motoru vřetena 1:	22,5	[kW]
Výkon (P) motoru vřetena 2:	14,9	[kW]



Obr. 12– Obráběcí centrum Haas DS-30Y [22]

2.3 Postup obrábění

Původní výrobní technologie zahrnuje postupné obrábění, u kterého je vyžadováno časté střídání nástrojů, obráběcích poloh a opětovné upínání obráběné součásti, s čímž souvisí i pozdější nevyhnutelné nepřesnosti a nesouososti děl. U CNC obráběcího centra Haas bylo střídání nástrojů automatizováno a tudíž i urychleno. Ovšem obráběcí centrum neumí automaticky upnout obráběnou součást do druhého vřetena, i přes to že disponuje dvěma vřeteny. Mezi další problémy obrábění se řadí malý počet použitelných nástrojů v jednom procesu obrábění. Stroj disponuje držákem pouze pro 6 aktivně používaných nástrojů a je značně omezen jejich použitím, kvůli nemožnosti plného natočení těchto nástrojů pro obrábění součásti upnuté v druhém vřetenu. Proto je nutné, aby výroba probíhala na 2 CNC soustružnických centrech Haas s nutností opětovného upnutí, kdy je součást z jedné strany obráběna na jednom stroji, a z druhé strany na druhém. S tím souvisí i další prodlevy a časové ztráty, zapříčiněné skládáním, přepravou a mnoha dalšími operacemi.



Obr. 13 - Palety nutné k uskladnění a přepravě mezi stroji při obrábění [23]

2.4 Technologický postup

Přímo v provozu byla měřena doba výroby dané ventilové součásti. Stávající technologii výroby byla naměřena hodnota 917 sekund. Do tohoto času spadají i všechny manipulační časy pracovníka či obsluhy CNC centra, a to včetně: manipulace s polotovarem, upnutí polotovaru, start a konec stroje v referenčním bodě, všechny nájezdy a přejezdy nástroje, výměna nástrojů, všechny pohyby pomocí rychloposuvu, vyjmutí napůl obrobene součásti, kontrola, čištění,

opětovné upnutí součásti do druhého stroje, opětovné vystředění obráběné součásti. V tomto čase jsou tedy zahrnuty všechny potřebné operace k vyrobení 1 kusu ventilového víka.

Používané nástroje jsou: vrtáky různých průměrů, stranové ubírací nože, vnitřní zapichovací nůž, vnitřní stranové ubírací nože. Tyto nástroje jsou vybaveny a osazeny destičkami ze slinutých karbidů, kde není třeba přebušování, destičky jsou vybaveny buď šesti, nebo osmi řeznými hranami. Tvar trojúhelníkový, nebo čtvercový, výměna je rychlá, jednoduchá a finančně nenákladná.

V příloze CH - je přiložen technologický postup obrábění s časovou studií a rozbořením procesu obrábění se zahrnutím obráběcích časů, potřebných k výrobě dané ventilové součásti.

3 Návrh nové technologie výroby ventilové součásti

Tato kapitola obsahuje popis a návrh nové technologie výroby dané součásti a pojednává o problematice zvýšení produktivity a efektivity za pomoci nového výrobního procesu, za použití nových nástrojů, obráběcích strojů a výrobních postupů.

3.1 Použitý stroj, funkce stroje a nástroj

Využit bude stroj Mori Seiki NL2500Y/SY, který disponuje dostatečným výkonem, navíc jeho hlavními přednostmi jsou: automatická výměna nástrojů, automatické upínání obrobku mezi vřeteny se stálým udržení osy rotace, čili souosost děr zůstává netknuta. Jedná se o značné urychlení v upínání, skládání, logistice při zvýšení kvality obráběné součásti.

Nástroj je navržen firmou Walter, jedná se o nástroj vytvořený na zakázku, proto jeho výkres i s držákem je přiložen v neveřejné části této bakalářské práce.

Jedná se o sdružený nástroj s vnitřním chlazením, osazen hned třemi řeznými destičkami, umožňující provést hned několik operací současně, vnitřní soustružení, zahlobení a sražení hrany. Kanálky pro procesní médium v nástroji, umožňují dopravu procesního média přímo do místa řezu. Tímto způsobem lze značně zlepšit řezné podmínky, kvalitu výroby a životnost samotného nástroje, přesněji řezných destiček.

Toto řešení se používá často při větší sériovosti vyráběné součásti, což tento případ je. Výroba a pořízení nástroje je sice nákladnější, ovšem zkrácení výrobních časů je opravdu znatelné a následná ekonomická úspora a zkrácení výrobních časů taktéž.

Servis a údržba nástroje je velice jednoduchá, kdy není třeba přebušování, nástroj je osazen výměnnými břitovými destičkami se šesti nebo osmi řeznými hranami, při otupení je dostačující povolení a otočení destičky na ostrou řeznou hranu. Po otupení celé destičky, je možná výměna za novou břitovou destičku z povlakovaného slinutého karbidu.

3.2 Nový postup výroby

Nový výrobní postup se od předchozího liší v použitých strojích, nástrojích. Není zapotřebí jedním nástrojem obrábět postupně vnitřním soustružením předvrtaný otvor, zahlobení, osazení, všechny tyto operace jsou nyní obsaženy ve sdruženém obráběcím nástroji vyráběném na zakázku. Navíc je zde značná úspora času využití dvou vřeten a automatického upnutí nástroje do druhého vřetene, bez nutnosti vyjmutí a transportu k jinému stroji pro pokračování

obráběcího procesu. Nový stroj disponuje také funkcí přívodu procesního média přímo do řezu skrz držák nástroje a celý nástroj, což značně zlepšuje řezné podmínky celého procesu a trvanlivost nástroje.

V příloze I - je přiložen technologický postup obrábění s časovou studií procesu obrábění se zahrnutím obráběcích časů potřebných k výrobě dané ventilové součásti pomocí nové výrobní technologie.



Obr. 14 – Příklad sdruženého obráběcího nástroje[25]

3.3 Měření a kontrola

Tato podkapitola obsahuje příklad a průběh měření, kterými projde vyráběná součást v průběhu výrobního procesu.

První kontrola, kterou součást prochází, nastává již při dodání polotovaru ze sléváren, tato kontrola je subjektivní a převážně vizuální. Při zjištění, nebo podezření na neshodný výrobek, je tato skutečnost překontrolována dodatečnou objektivní metodou, a to například, použitím posuvného měřidla, popřípadě kalibru. Jedná se zejména o kruhovitost dodávaného polotovaru a rovinnost dosedacích ploch, které jsou dále obráběny. Polotovar musí splňovat rozměrové meze a přídatky pro obrábění. Na fotografii polotovaru se nachází názorný příklad, kdy tyto rozměry a přídatky nebyly dodrženy.

Jednou z mnoha objektivních kontrol, je také kontrola materiálového složení, která je prováděna ručním rentgenovým spektrometrem.

Ukázka součásti jako polotovaru před obrobením a po procesu obrábění.



Obr. 15 – Třmenové víko ventilu před a po obrábění z vrchní části



Obr. 16 – Třmenové víko ventilu před a po obrábění ze spodní části

Zdokumentovaná součást je neshodným kusem, polotovar nebyl řádně odlit, následně nemohl být obroben ze spodní části v odpovídající rovině. U této součásti nelze očekávat 100 % těsnost dosedacích ploch s tělem ventilu. Tato součást musí být vyřazena z výrobního procesu.

3.3.1 Kontrola rozměrů ve firmě

Kromě již zmíněné vstupní kontroly, nastává u součásti po obrábění, procesní kontrola, kdy jsou za pomoci posuvného měřidla změřeny všechny důležité hodnoty pro další montáž. Mezi tyto hodnoty patří vnitřní a vnější průměry, vzdálenosti osazení, zahloubení a sražení hran. Tato kontrola probíhá u každého kusu při obrábění pro odhalení velkých nepřesností.

Kromě této kontroly, je prováděna i náhodná kontrola v každé z výrobních sérií. Tato kontrola je prováděna, zejména při výměně řezné destičky u obráběcích nástrojů, a v dalších případech ovlivňujících přesnost výroby. Měření je prováděno výše zmíněným 3D měřicím přístrojem FARO GAGE PLUS, kdy jsou změřeny přesné rozměry vnitřních průměrů ventilového víka, z důvodu další montáže těsnících prvků. Při nedodržení předepsaných rozměrů, (uvedených na výrobním výkrese vyráběné součásti), nebudou těsnicí prvky ventilového víka těsnit, nebo v opačném případě nebude možná montáž těsnících součástí ventilového víka.

3.3.2 Kontrola těsnosti a funkčnosti ve firmě

Kontrola funkčnosti ventilů a armatur probíhá na zkušební stolici. Ventil je vložen do zkušební stolice, upnutí probíhá pneumaticky. Mechanické upínání je vhodné zejména pro kontrolu menších výrobních sérií. Po upnutí je do ventilu vpuštěno zkušební médium. V tomto případě musí být stolice vybavena sběrnou nádobou, pro zachycení unikajícího média. Ventily jsou kontrolovány určenými provozními tlaky. Provozními tlaky jsou 1,6, 2,5 a 4 [MPa].

Hotové, změřené a přezkoušené výrobky jsou připraveny na zabalení a expedici k zákazníkovi, nebo na uskladnění.



Obr. 20 – Hotové ventily

4 Technicko-ekonomické zhodnocení

Tato kapitola obsahuje porovnání stávající a nové technologie výroby, jak z technické stránky, tak ze stránky časové, v neposlední řadě je posuzována i finanční náročnost.

4.1 Zhodnocení technické stránky obrábění

Stávající technologie je zdoluhavá, využívá jednotlivé stranové ubírací nástroje, kdy je obrábění prováděno postupně, operace po operaci. Z důvodu potřeby oboustranného obrábění, je nutné opětovné upnutí obráběné součásti z druhé strany, v důsledku tohoto vzniká nepřesnost, konkrétně možná nesouosost válcových otvorů a rozměrová nepřesnost.

V návrhu nové technologie je již využit nový sdružený obráběcí nástroj, který provádí několik operací naráz. Celý obráběcí proces probíhá na jednom stroji s automatickým upínáním obráběné součásti mezi vřeteny, což má za následek minimalizaci nesouososti válcových otvorů a dodržení rozměrové stálosti na všech obráběných součástech. K obrábění stávající metodou bylo používáno deset obráběcích nástrojů. Pro výrobu za pomoci nové technologie, je třeba devět obráběcích nástrojů.

4.2 Zhodnocení časové náročnosti obrábění

V provozu byl změřen výrobní čas součásti stávající výrobní technologií, a také výrobní čas potřebný k výrobě stejného dílu novou technologií. Rozdíl těchto časů je časová úspora a urychlení výroby. Dle časové studie byly zjištěny obráběcí časy, potřebné k obrobení dané součásti stávající technologií (T_{os}) a novou technologií (T_{on}). Do těchto časů nejsou ovšem zahrnuty především časy manipulační, a další procesní časy potřebné k výrobě ventilové součásti.

Vypočet úspory v obráběcím čase za použití sdruženého obráběcího nástroje (T_{uo}):

$$T_{uo} = T_{os} - T_{on}$$

$$T_{uo} = 556 - 484$$

$$T_{uo} = 72 \text{ [s]}$$

Naměřené výrobní časy ve výrobě na jednotlivých strojích ukázali, že časová úspora při změně stroje a odstranění přebytečného používání dalšího stroje značně urychlila výrobní proces. V dílně byly naměřeny výrobní časy:

- Doba výroby stávající technologií (T_S) – 917 s.
- Doba výroby novou technologií (T_N)– 534 s.
- Časová úspora (T_U) bude rozdíl těchto hodnot. $T_U = T_S - T_N$;
- $T_U = 383$ [s].
- $T_U = 0,106$ [h].

4.3 Zhodnocení finanční nákladnosti obrábění

Finanční nákladnost a tedy hodinová sazba (H_S) na stroj a pracovníka je 700 Kč. Při nezahrnutí nástrojů, servisu a další obsluhy .

Celkovou úsporu na kus (U) lze vypočítat:

$$U = H_S \cdot T_U$$

$$U = 700 \cdot 0,106$$

$$U = 74,5 \text{ [Kč/ks]}$$

Informace o počtu vyrobených kusů za rok, mi byla poskytnuta pracovníky firmy LDM.

Celkovou roční úsporu (U_C) lze spočítat vynásobením počtu kusů za rok (y), která činí 12600 kusů vyrobených ročně a úspory na kus (U):

$$U_C = y \cdot U$$

$$U_C = 12600 \cdot 74,5$$

$$U_C = 938\,700 \text{ [Kč/rok]}$$

Shrnutí

Postupnými výpočty a znalostí úspory na kus (U), počtu vyráběných dílů ročně (y), lze vypočítat roční finanční úsporu (U_C), která v tomto případě činí 938 700 [Kč/rok], tato úspora je při sériovosti 50 kusů na den, pokud by se výroba do budoucna zvyšovala, i tato úspora by se zvýšila.

Výrobní čas, se liší od času časové studie obrábění, z důvodu nezahrnutí všech manipulačních a procesních nevýrobních, nebo ztrátových časů do výrobní časové studie, kde je řešena pouze doba obrábění bez manipulace s obrokem.

Nová technologie výroby bude mít ovšem vliv na kvalitu výroby. Prostorové zhodnocení a nepotřebnost přepravních palet musí být také brána v potaz. Při výrobní sérii 50 kusů ventilů UV 226S, bylo docíleno:

- Úspory 72 [s] v obráběcím čase
- Úspory 383 [s] ve výrobním čase
- Zvýšení kvality vyráběného dílu eliminací nesouososti otvorů
- Vyřazení nástroje z obráběcího procesu pro možnosti jiného obrábění
- Finanční úspory
- Možnosti zvýšení denní produkce a výrobní série daného dílu.

5 Závěr

V úvodu bakalářské práce byla představena firma. Dále byl řešen charakter výroby a použití ventilů. Představeny byly stroje používané ve firmě, spolu s uvedením parametrů strojů, na kterých je daná součást vyráběna. Následoval rozbor problematiky obrábění, spolu s používanými materiály a nástroji. Uvedena je také problematika měření a kontroly ve výrobě.

První část praktické části se týkala stávající technologie výroby ventilové součásti, spolu s jejím rozbohem a popisem. Druhá praktická část pojednává o návrhu nové technologie výroby dané součásti, za použití různých strojů s rozdílnými vlastnostmi a nových nástrojů na míru vyrobených pro vyšší sériovost výroby. Obě praktické části obsahují přílohu s časovou studií obrábění, která obsahuje obráběcí časy. Další manipulační časy nejsou započítány. Celkový výrobní čas byl měřen přímo ve výrobě. Do této kapitoly též spadá podkapitola kontroly součásti. Součást je kontrolována rozměrově, kvalitativně a funkčně.

Další kapitolou je technicko-ekonomické zhodnocení, kde jsou názorně předvedeny výpočty a výsledky, docílené návrhem nové výroby, změny obráběcího stroje a nástroje.

Změnou stávající výrobní technologie bylo docíleno, zvýšení kvality výroby, snížení ztrátových časů a prostojů ve výrobě, zapříčiněných manipulací a přepravou. Použitím sdruženého nástroje bylo docíleno spojení tří operací do jedné. Toto řešení se projevilo jako značně hospodárné a efektivní, při navýšení produkce obráběných dílů. Použití sdružených nástrojů při velkých výrobních sériích je úspornější, než u sérií malých. Návrh nové technologie použitím nových strojů je cílen pro zvýšení efektivity výroby, ale také kvality.

Díky změně výrobní technologie, bylo docíleno roční úspory 938 700 Kč. Tuto částku však lze do budoucna zvýšit při navýšování výroby.

Literatura

- [1] LDM, spol. s.r.o.: O společnosti [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.ldmvalves.com/cz/o-spolecnosti.html>
- [2] Ottův naučný slovník: Ventil [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <https://leporelo.info/ventil>
- [3] LDM, spol. s.r.o.: Výrobky [online]. [cit. 2016-12-01]. Dostupné z: <http://www.ldmvalves.com/cz/vyrobky/regulacni-a-uzaviraci-ventily.html>
- [4] Archtoolbox: Ventil [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://www.archtoolbox.com/materials-systems/plumbing/plumbingvalvetypes.html>
- [5] LDM, spol. s.r.o. [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://ldmvalves.com/cz/>
- [6] APD: Uzavírací ventil [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.arpod.cz/_img/big-uzaviraci-ventil.jpg
- [7] HAAS Automation: O společnosti [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://int.haascnc.com/about_history.asp?intLanguageCode=1029
- [8] WALTER: Portrét společnosti [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.walter-tools.com/cs-cz/company/mission_facts/factbook/Pages/default.aspx
- [9] Rozdělení obráběcích strojů [online]. [cit. 2016-12-10]. Dostupné z: <http://www.paramount-machine.com/capabilities/>
- [10] DMGmori [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://us.dmgmori.com/blob/166046/3b6fed7a5ae400b8d5cdbce2fd52d6d6/pt0uk15-nl-pdf-data.pdf>
- [11] Wikipedie: Tvárná litina [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Tv%C3%A1rn%C3%A1_litina

- [12] Wikipedie: Rychlořezná ocel [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Rychlo%C5%99ezn%C3%A1_ocel
- [13] Wikipedie: Slinutý karbid [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Slinut%C3%BD_karbid
- [14] SANDVIK Coromant: Materiály [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.sandvik.coromant.com/cs-cz/knowledge/materials/cutting_tool_materials/coated_cemented_carbide/pages/default.aspx
- [15] KOVONASTROJE [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: https://www.kovonastroje.cz/out/pictures/z1/s10k_sdqcr07_01_z1.jpg
- [16] BRYCHTA, J.; ČEP, R.; NOVÁKOVÁ, J. ; PETŘKOVSKÁ, L. Technologie II 2. díl. Ostrava : Ediční středisko VŠB-Technická univerzita Ostrava, 2008, s. 150. ISBN 978-80-248-1822-1.
- [17] Tryskaniapiskovani: Technologie povrchové úpravy kovů [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.tryskaniapiskovani.cz/>
- [18] OUhornislavkov: Vrtání [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.ouhornislavkov.cz/assets/File.ashx?id_org=400056&id_dokumenty=1708
- [19] SŠ-COPT [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://coptkm.cz/portal/reposit.php?action=0&id=23114&revision=-1&instance=2>
- [20] Skripta: Vrtání [online]. [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://techstroj.g6.cz/T/T15.pdf>
- [21] HAAS Automation: Official machine tools [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://baq.haascnc.com/quote/Lathes/Y-Axis/DS-30Y#gsc.tab=0>
- [22] HAAS Automation: Official machine tools [online]. ©2017 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: http://www.haas.co.uk/images/lathes/DS-30Y_lg.jpg

- [23] Drevotrading: Palety [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.drevotrading.cz/wp-content/uploads/2013/05/P1040027.jpg>
- [24] DMGmori [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://cz.dmgmori.com/>
- [25] ELUC: Stupňovitý nástroj [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: https://eluc.kr-olomoucky.cz/uploads/images/16443/content_UC1-1570_stupnovity_nastroj.png.png
- [26] Elektronické Učebnice: Strojírenská metrologie [online]. Ostrava, 2004 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://books.fs.vsb.cz/StrojMetro/strojirenska-metrologie.pdf>
- [27] Strojírenství: Měření a druhy měřidel [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://strojirenstvi.studentske.cz/2008/10/men-druhy-midel.html>
- [28] FARO: Faro gage [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.faro.com/en-us/products/metrology/measuring-arm-faro-gage/overview>
- [29] Tlakinfo.cz: Provoz a údržba pojistných ventilů na tlakových nádobách [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=2&i=521>
- [30] LDM, spol. s.r.o.: Speciální armatury [online]. [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://www.ldmvalves.com/cz/vyroby/specialni-armatury-a-prislusenstvi.html>
- [31] Profika: Rozdělení CNC strojů [online]. [cit. 2016-12-11]. Dostupné z: <http://www.profika.cz/rozdeleni-cnc-obrabecich-stroju>
- [32] DMGmori: Technická data Mori Seiky [online]. [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <http://us.dmgmori.com/blob/166046/3b6fed7a5ae400b8d5cdbce2fd52d6d6/pt0uk15-nl-pdf-data.pdf>
- [33] HATHI TRUST: Metal cutting principles [online]. United States of America, 1954 [cit. 2017-05-01]. Dostupné z: <https://babel.hathitrust.org/cgi/pt?id=wu.89042722868>

Seznam veřejných příloh

Příloha A – Seřizovací list

Příloha B – Osvědčení o ventilu

Příloha C – Protokol certifikace

Příloha D - Kalibrační list

Příloha E - Kalibrační list

Příloha F - Kalibrační list

Příloha G - Kalibrační list

Příloha H - Kalibrační list

Příloha CH – Časová studie obrábění stávající technologií

Příloha I – Časová studie obrábění novou technologií

Seznam neveřejných příloh

Příloha A – Výkres nástroje

Příloha B – Výkres vyráběné součásti